

4 Афанасов В.С., Тарарыков О.Ю., Труфанов Д.В., Гробовенко Н.Я. Освоение извести для производства стеновых газосиликатных блоков на Копанищенском КСМ // Строительные материалы. 2007. № 10. – С. 34-35.

5 Табунщиков Н.П. Производство извести. – М.: Химия, 1974. – 240 с.

УДК 620.21

Е. А. Морозова¹, В. И. Матюхин¹, В. В. Брагин²

¹ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия;

² НПВП «ТОРЭКС», г.Екатеринбург, Россия

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЛОВОЙ ВСКРЫШИ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Аннотация

На основании выполненных исследований установлены температурно-временные условия получения мела с различной степенью завершенности процесса декарбонизации. При отсутствии дополнительной связки прочность железорудных брикетов с обожженным мелом выше в 2,87 раза их базовой прочности, а необожженной только в 2,01 раза. Для существенного (в 10-11 раз) повышения прочностных показателей окатышей необходимо использовать органическую добавку в количестве не более 2 %.

Ключевые слова: мел, высокотемпературный обжиг, декарбонизация, гашение, прочность брикетов.

Abstract

On the basis of the executed researches temperature and time conditions of receiving chalk with various degree of completeness of process of decarbonization are established. In the absence of an additional sheaf durability of iron ore briquettes with the burned chalk is 2.87 times higher than their basic durability, but not burned only by 2.01 times. For essential (at 10-11 times) increases in strength indicators of pellets it is necessary to use organic additive in number of no more than 2 %.

Key words: chalk, high-temperature roasting, decarbonization, clearing, durability of briquettes.

Мел относится к жестким полускальным породам. Его прочность во многом зависит от исходной влажности. Временное сопротивление сжатию в воздушно-сухом состоянии изменяется от 1000 до 4500 МПа. Сухой мел имеет модуль упругости от 3000 МПа (для рыхлого мела) до 10000 МПа (для плотного) и ведет себя как упругое тело. Поэтому тепловая обработка мела может быть осуществлена только в агрегатах, характеризующихся низким силовым воздействием на отдельные куски, например, во вращающихся печах

Наиболее крупные месторождения качественного мела находятся в Белгородской области. Разведано свыше 29 месторождений мела с утвержденными запасами 1,0 млрд. т. Прогнозные запасы мела практически не ограничены. К наиболее крупным разведанным месторождениям мела относятся Лебединское и Стойленское, где мел добывают как вскрышную породу.

Одновременно с этим Лебединский ГОК потребляет значительное количество кускового известняка для производства офлюсованных окатышей.

Основная задача наших исследования состоит в оценке возможности использования подготовленной меловой вскрыши в качестве заменителя известняка. Для изменения свойств мела было предложено использовать его предварительную термическую обработку.

Предварительные исследования качественных показателей мела вскрышных пород ОАО «Лебединский ГОК» показали, что в нем находится более 92 % CaCO_3 . При этом испытуемая порода отличается непостоянством гранулометрического состава (преимущественно класса -50 мм). Отдельные элементы меловых композиций отличаются плохой смачиваемостью.

С целью установления возможностей обжига мела были выполнены дериватографические исследования с получением кривых сканирующей калориметрии при скорости нагрева 5 град./мин. (рис. 1). Анализ полученных данных показывает, что процесс разложения мела интенсивно начинается развиваться при температурах выше 709 °С и заканчивается уже при 798 °С. При этом общая потеря массы минеральной основы достигает 43,87 %.

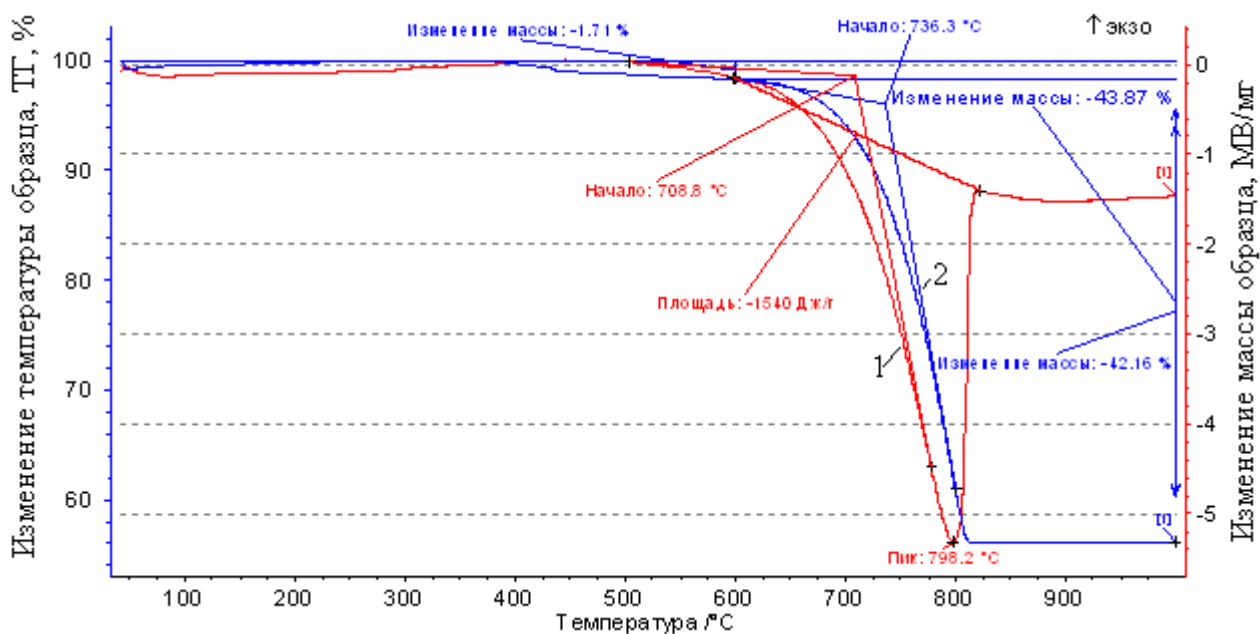


Рис. 1. Кривые ДСК исходного образца мела: 1 – кривая потери массы (TG); 2 – кривая тепловых эффектов (DTA)

Изменяя условия обжига мела (температуру и время обжига), были получены его образцы с различной степенью завершения процесса декарбонизации. Для оценки изменения активности полученной извести были выполнены исследования суммарного содержания активных оксидов кальция и магния. Основные результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные результаты исследований содержание активных оксидов кальция и магния

Степень завершенности процесса декарбонизации проб мела, %	Объем раствора 1Н НСl, израсходованного на титрование, мл	Содержание активных оксидов кальция и магния в обожженной пробе, %
0	4,7	13,18
20	7,8	21,87
40	13,9	38,98
60	23,8	66,74
80	29,7	83,28

Их анализ показывает, что с увеличением степени декарбонизации проб мела содержание активных оксидов Са и Mg непрерывно возрастает. При этом максимальное содержание активных оксидов СаО и MgO может достигать до значительной величины (более 90 %).

Для изучения процесса гашения получаемой извести были проведены исследования изменения температуры и времени гашения по ГОСТ 9179-77. Основные результаты исследований условия гашение меловой извести представлены в таблице 2.

Таблица 2

Определение температуры и времени гашения меловых проб

Степень завершенности процесса декарбонизации меловых проб, %	Начальная температура процесса гашения, °С	Конечная температура гашения меловых проб, °С	Время полного гашения меловых обожженных проб, с.
0	24	31	600
20	26	43	330
40	25	71	120
60	23	69	135
80	22,5	88,5	140

Полученные данные показывают, что с увеличением степени завершенности процесса декарбонизации меловых проб их конечная температура гашения возрастает, что связано с реакцией образования гидроксида кальция, протекающей со значительным тепловым эффектом.

Представленные данные позволяют также отметить, что с увеличением степени завершенности процесса декарбонизации время полного гашения меловых проб сокращается. В наибольшей степени это изменение происходит до степени обжига ниже 60 %. По времени гашения все сорта воздушной негашеной извести делятся на три группы: быстрогасящаяся (время гашения не более 8 минут); среднегасящаяся (время гашения не более 25 минут);

медленногасящаяся (время гашения не менее 25 минут). Представляется возможным варьировать активность гашения извести от быстрогасящей до среднегасящей извести за счет глубины протекания процесса декарбонизации, что значимо при производстве строительных материалов.

Для предварительной оценки возможности использования добавок мела при производстве железорудных окатышей были выполнены соответствующие испытания. Поскольку меловые компоненты отличаются низкой комкуемостью, то разработан ряд технических решений, позволяющих получить окомкованные материалы высокой прочности, и для сопоставления данных применили методику сравнительного анализа прочностных свойств окомкованных материалов различного состава. Полученные с применением обожженного мела брикеты выдерживались при комнатной температуре 24 °С в течение суток, после чего подвергали испытаниям на разрывной машине. Состав исходных брикетов и основные результаты исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3

Прочность брикетов

№ серии опытов	Содержание концентрата, %	Количество и вид флюса	Количество бентонита, %	Количество и вид связки	Прочность на раздавливание, кг/бр	Относит прочность по отношению к базе, %
1	73	25 % сырого известняка	2	-	1,74	100
2	73	25 % необж. Мела	2	-	3,5	201
3	73	25 % обож. мела со степенью обжига 60 %	2	-	5,0	287
4	71	25 % необож. мела	2	2 % полипласт 5СВ	20,72	1162
5	71	25 % обож. мела	2	2 % полипласт 5СВ	18,32	1053
6	71	25 % известняка	2	2 % полипласт 5СВ	35,46	2038

Сравнение данных серии 1, 2 и 3 показывает, что замена известняка мелом (необожженным или обожженным) сопровождается повышением прочности образцов. При отсутствии дополнительной связки прочность брикетов с обожженным мелом выше в 2,87 раза их базовой прочности, а необожженной только в 2,01 раза.

Введение дополнительного связующего в виде органической связки типа Полипласт 5СВ обеспечивает резкое увеличение прочностных свойств

получаемых брикетов. С использованием необожженного мела прочность брикетов возрастает в 11,62 раза. Использование обожженного мела способствует повышению прочности брикетов в 10,53 раза. Использование органического связующего типа Полипласт 5СВ в количестве 2 % в традиционной технологии приводит к возрастанию прочности сырых окомкованных материалов в 20,38 раза.

Таким образом, меловая вскрыша может быть использована в качестве заменителя кускового известняка в различных металлургических технологиях. Такая замена позволяет не только снизить затраты на основное производство и вовлечь в переработку забалансовые материалы, но и улучшить качество получаемых продуктов при организации подготовки мела (сушка, помол, обжиг).

УДК 621.771

В. А. Носков, Н. Б. Лошкарев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА МЕТАЛЛА В МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ С ШАГАЮЩИМИ БАЛКАМИ

Аннотация

Описана двумерная математическая модель нагрева металла в методической печи с шагающими балками. Математическое описание нагрева металла включает двумерное дифференциальное уравнение теплопроводности, которое дополняется начальными и граничными условиями. Более того, при математическом описании модели были учтены зависимости теплофизических параметров нагреваемого металла от его температуры. Смоделирован процесс нагрева пластины по заданному режиму с переменной во времени нагрузкой в пакете Ansys. Определено распределение температур по сечению заготовки на выходе из печи. Полученные результаты виртуального опыта были сопоставлены с данными промышленного эксперимента, проведенного на реальном объекте металлургического предприятия. Сравнение вычислений адаптированной математической модели с данными промышленного эксперимента показали совпадение 97 %. Сформулированы перспективы применения математической модели для АСУ тепловой работы печи.

Ключевые слова: методическая печь, уравнение теплопроводности, метод конечных разностей, математическая модель.

Abstract

Describes a two-dimensional mathematical model of metal heating in the reheating furnace with walking beam. Mathematical description of the heating of the metal includes a two-dimensional differential heat conduction equation that is supplemented with initial and boundary conditions. Moreover, the mathematical description of the model took into account the dependence of thermophysical parameters of the heated metal from temperature. Simulated the heating process plate for a given mode with time-variable loading in Ansys. Determined the temperature distribution over the cross section of the workpiece at the outlet of the furnace. The obtained results of the virtual experience was compared with the data of industrial experiment, conducted on the real object of the metallurgical plant. Comparison of the computation of the adapted mathematical model with the data